Vergleichende Untersuchungen des Konsums bei Männchen und Weibchen von Diplopoden

Von

M. POBOZSNY*

Abstract. Feeding characters of male and female specimens of three diplopod species – *Unciger foetidus* (C. L. KOCH), *Cylindroiulus luridus* (C. L. KOCH) and *Megaphyllum projectum* (VERHOEFF) – were compared from data got in laboratory experiments. Significant differences were found in the consumption values of the males and females of *M. projectum* only. The body weights of the different sexes of all three species differed from each other significantly. All three species showed coprophagous behavior.

Die ernährungsbiologische Literatur der Diplopoden verfolgend konnte festgestellt werden, daß über die Unterschiede der Geschlechter beim Konsum bisher nur wenige Veröffentlichungen erschienen sind. Diese Arbeiten sowie Untersuchungen des Atmungsmetabolismus beim Männchen und Weibchen haben erwiesen, daß das Geschlecht der Tiere weder den Konsum noch den Sauerstoffverbrauch beeinflußt (DANGERFIELD, 1993; BYZOVA, 1967; PENTEADO, 1987; PENTEADO et al., 1991). Frühere Arbeiten haben zwischen der Größe, resp. der aktiven Körperoberfläche Zusammenhänge herausgefunden (VAN DER DRIFT, 1951; GERE, 1956). BLOWER (1974) fand, daß zunehmendes Körpergewicht einen höheren Konsum zur Folge hat.

Zwischen den oben angeführten Feststellungen sehe ich gewisse Widersprüche, daß bei den meisten Diplopoden-Arten ziemlich große Unterschiede in Größe und Gewicht, d. h. also auch in der Körperoberfläche, zwischen den verschiedenen Geschlechtern bestehen. Die bisherigen Aussagen berücksichtigend, wurden Untersuchungen über die Ernährungsweise der Geschlechter verschiedener Diplopoden-Arten ins Auge gefaßt, um durch den Vergleich der erzielten Ergebnisse Antwort auf die Probleme zu finden.

Material und Methode

Die jetzige Versuchsserie bildet einen Teil der mit verschiedenen Diplopoden-Arten durchgeführten Fütterungsversuche, denen die Koprophagie der einzelnen Arten zum Ziel gesetzt wurde (POBOZSNY, im Druck). Da die gleiche Methode zur Anwendung gelangte, wird ihre Beschreibung hier nur kurz zusammengefaßt.

Als Versuchstiere wurden drei Diplopoden-Arten eines Hainbuchen-Eichenbestandes, deren Vorkommen dort am häufigsten war, herangezogen. Diese sind *Unciger foetidus* (C.

* *Dr. Mária Pobozsny*, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, Talajzoológiai Kutatócsoport (Lehrstuhl für Tiersystematik der Loránd-Eötvös-Universität, Bodenzoologische Forschungsgruppe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften), 1088 Budapest, Puskin u. 3, Ungarn.

L. KOCH), *Cylindroiulus luridus* (C. L. KOCH) und *Megaphyllum projectum* (VERHOEFF). Die Tiere wurden im Vértes-Gebirge, im Vinyabükk-Tal (West-Ungarn) gesammelt.

Ebenfalls von dort stammte die als Futter verabreichte Streu der Esche (*Fraxinus excelsior*). Da es sich um Blätter aus dem Januar handelte, hatte sich ein gewisser Vorabbau in der Streu vollzogen.

Für die im Labor durchgeführten Fütterungsversuche wurden Plastikgefäße mit einem Durchmesser von 10 cm verwendet. Der Boden dieser Gefäße wurde entfernt und durch ein Nylonnetz ersetzt. Die Gefäße wurden auf eine kleine Tasse gestellt, diese wiederum auf ein größeres, mit Sand gefülltes und Wasser gesättigtes Gefäß. Um hohe Luftfeuchtigkeit zu sichern, wurden die Versuche abgedeckt (SZLÁVECZ and POBOZSNY, 1995). Die Temperatur im Labor schwankte zwischen 10-12° C.

Die Tiere erhielten zwei verschiedene Futter. *1)* Eschenblätter, die nach dem Einsammeln lufttrocken aufbewahrt wurden. Zum Konsum wurden Blattscheiben von 18 mm Durchmesser angeboten. *2)* Kot von *C. luridus*, die mit Eschenlaub gefüttert wurden. Dieser wurde im Trockenzustand zerrieben und in Form von Tabletten verabreicht. In jedes Gefäß wurden Scheiben und Tabletten untergebracht. Vor dem Versuch wurde das Gewicht der Blattscheiben und Tabletten, das absolute Trockengewicht (nach Austrocknung bei 105° C) bestimmt. Nach Befeuchtung der Nahrung wurde je ein gewogenes adultes Tier von jeder Gattung in 5-5, artenweise in 10-10 Wiederholungen eingesetzt.

Die im November durchgeführte Versuchsdauer betrug 17 Tage. Bei der Auswertung der Versuche wurden zum Vergleich die Werte eines Versuches mit *M. projectum* vom Mai (8 Tage), unter gleichen Bedingungen, herangezogen.

Gleiche Versuchsansätze ohne Tiere dienten in 10 Wiederholungen als Kontrolle, wobei die mikrobielle Zersetzung verfolgt werden sollte.

Nach Beendigung des Versuches wurden die Tiere, die Nahrungsreste (Streu und Tabletten) sowie die Menge der erzeugten Exkremente gemessen und die Trockenmasse bestimmt.

Bei der Berechnung des Nahrungsverbrauches wurde der Konsum C nach der Formel von REIMAN (ZICSI and POBOZSNY, 1977) $C = (M-m)SM^{-1}$ (wo S = Ausgangsmasse, M = Restmasse im Kontrollversuch, m = Restmasse der angebotenen Nahrung) errechnet.

Wertung der Ergebnisse

Da bei den Diplopoden die Männchen und Weibchen von verschiedener Größe sind, ist auch ihr Körpergewicht dementsprechend verschieden. Bei allen 3 untersuchten Arten haben wir hohe signifikante Unterschiede im Körpergewicht der Geschlechter gefunden (Tabelle 1). Das Körpergewicht der *M. projectum*-Individuen zeigte im Frühling und Herbst nur bei den Weibchen bedeutende Unterschiede, u. zw. zugunsten der im Frühjahr gemessenen Gewichte. Dies kann mit der Paarungszeit und Eiablage dieser Art, die sich auf Grund unserer Erfahrungen im Mai-Juni vollzieht, in Zusammenhang gebracht werden. Das höhere Körpergewicht kann eine Vorbereitung zur Vermehrung bedeuten. Es ist bedauerlich, daß wir bei den anderen Arten keinen jahreszeitlichen Vergleich besitzen.

Tabelle 1. Durchschnittsgewicht (mg ± SD) bei verschiedenen Geschlechtern von Diplopoden-Arten

Art		Männchn		Weibchen		t	P
Unciger foetidus		131,9	± 6,2	151,8	± 14,9	4,203	< 0,001
Cylindroiulus luridus		130,1	± 16,7	300,2	± 22,4	19,845	< 0,001
Megaphyllum	Herbst	202,1	± 20,4	321,7	± 23,4	12,169	< 0,001
projectum	Frühling	224,4	± 32,9	399,4	± 64,1	24,272	< 0,001

Die Ergebnisse der ernährungsbiologischen Versuche sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Obwohl bei allen drei Arten bedeutende Körpergewichtsunterschiede gemessen werden konnten, waren im Konsum nur bei M. *projectum* höhere signifikante Unterschiede nachzuweisen. Dies bezieht sich, wenn auch unterschiedlich, sowohl auf den Konsum der Streu und der Tabletten, sowie auf die Gesamtkonsummenge. Die höchsten Fraßmengen wurden bei den Männchen und Weibchen von C. *luridus* bestimmt. In Tabelle 3 werden die täglichen Konsumwerte der einzelnen Arten im Verhältnis zum Lebendgewicht zusammengefaßt. Auch aus diesem Gesichtspunkt sind die Werte von C. *luridus* hervorzuheben. Aus der Tabelle 3 geht weiter noch hervor, daß bei C. *luridus* und U. *foetidus* die Männchen im Verhältnis zum Körpergewicht mehr fressen, bei M. *projectum* ist es gerade umgekehrt.

Auch in der Assimilationseffizienz unterscheiden sich die Männchen und Weibchen einer Art nicht besonders; die A/C-Werte der Weibchen sind im allgemeinen etwas höher. Was die Körpergewichtsveränderungen betrifft, läßt sich eine Gewichtszunahme überall erkennen, die verhältnismäßig hohe Streuung der Werte ermöglichten keinen statistischen Vergleich. Es konnten bei allen Arten hohe Überlebenswerte erzielt werden, die sich sehr erfreulich für die Auswertung der Versuche erwiesen.

Die zu zwei verschiedenen Jahreszeiten durchgeführten Untersuchungen mit M. *projectum* ermöglichen es, die Konsumcharaktere miteinander zu vergleichen (Tab. 4). Während die Männchen nur beim Konsum der Tabletten Unterschiede aufwiesen, konnte ein signifikanter Unterschied bei den Weibchen beim Konsum der Laubstreu, im Gasamtkonsum, in der Exkrementproduktion und in der Assimilationseffizienz nachgewiesen werden.

DANGERFIELD et al. (1993) haben in Freilanduntersuchungen bei Diplopoden in Akazien-Savannen nie eine Koprophagie registriert. Wie dies vorausgehend bewiesen wurde, konnte bei allen drei Versuchsarten Koprophagie nachgewiesen werden, C. *luridus* fraß sogar auch ihre eigenen Exkremente (SZLÁVECZ and POBOZSNY, 1995; POBOZSNY, im Druck). Die jetzigen Angaben geben Aufschluß über die Koprophagie der verschiedenen Geschlechter. Ob die Tiere die Laubstreu oder die Exkrementtabletten preferieren, geht aus Abb. 1 eindeutig hervor. Da es sich um eine Untersuchungsreihe aus dem Herbst handelt, bestand der größte Teil der Nahrung aus Laubblättern (POBOZSNY, im Druck), welcher von den Männchen in höheren Prozenten konsumiert wurde als von den Weibchen. Eine Ausnahme bildeten nur die Weibchen von U. *foetidus*, die sich lieber von den Exkrementtabletten ernährten. Im Frühjahr fraßen die Männchen von M. *projectum*

Tabelle 2. Ernährungscharaktere von Diplopoden-Arten in Laborversuchen

	Konsum (mg/g/Tag) ± SD			Exkrement-produktion	Assimilations-effizienz	Gewichtsveränderung des Körpers	Überleben
	Fallaub	Exkrement-tabletten	Gesamt	(mg/g/Tag) ± SD	A/C % ± SD	% ± SD	%
U. foetidus							
Männchen	17,7 ± 5,5	7,0 ± 5,4	24,7 ± 8,6	16,8 ± 8,9	38,3 ± 20,9	5,1 ± 1,9	100
Weibchen	8,5 ± 5,7	10,4 ± 9,6	19,0 ± 10,7	15,0 ± 8,9	22,6 ± 8,3	6,9 ± 3,2	100
t	2,366	0,727	0,877	0,298	1,258		
P	<0,5	<0,2	<0,2	<0,02	<0,5		
C. luridus							
Männchen	60,2 ± 13,1	11,8 ± 14,8	72,0 ± 11,3	62,1 ± 9,3	13,6 ± 3,3	6,6 ± 1,5	100
Weibchen	45,2 ± 9,1	23,1 ± 7.8	68,3 ± 5,5	55,2 ± 4,7	19,2 ± 3,0	5,1 ± 0,8	90
t	2,091		0,651	1,470	2,765		
P	<0,1		>0,5	<0,2	<0,05		
M. *projectum*							
Herbst							
Männchen	29,9 ± 5,7	11,5 ± 5,5	41,4 ± 6,6	34,8 ± 6,4	16,2 ± 4,0	4,2 ± 3,5	100
Weibchen	39,6 ± 5,2	23,7 ± 8,1	63,3 ± 8,3	52,3 ± 7,6	17,4 ± 4,0	10,2 ± 1,3	100
t	2,817	2,772	4,603	3,917	0,462		
P	<0,05	<0,05	<0,002	<0,005	>0,5		
Frühling							
Männchen	16,2 ± 9,7	27,7 ± 5,1	43,9 ± 6,2	35,6 ± 5,4	19,0 ± 0,9	0,4 ± 8,5	100
Weibchen	24,8 ± 7,0	19,9 ± 11,0	44,7 ± 10,8	34,4 ± 9,1	23,7 ± 3,9	10,1 ± 1.8	100
t	2,219	4,225	0,540	0,194	1,439		
P	<0,1	<0,002	>0,5	>0,2	<0,2		

Tabelle 3. Konsum der Männchen und Weibchen verschiedener Diplopoden-Arten im Prozent des lebenden Körpergewichtes

Art		Männchen		Weibchen	
Unciger foetidus		2,5	± 0,8	1,9	± 1,0
Cylindroiulus luridus		7,2	± 1,1	6,8	± 0,5
Megaphyllum projectum					
	Herbst	4,1	± 0,6	6,3	± 0,8
	Frühling	4,4	± 0,6	4,5	± 1,0

Tabelle 4. Vergleich der Konsumcharaktere bei Männchen und Weibchen von M. projectum im Frühjahr und Herbst

	Männchen		Weibchen	
	t	P	t	P
Konsum:				
Fallaub	2.212	< 0,1	3,785	< 0,01
Exkrementtabletten	4,225	< 0,005	0,603	< 0,8
Gesamt	0,541	< 0,8	3,027	< 0,02
Kotproduktion	0,195	> 0,8	3,350	< 0,02
Assimilationseffizienz	1,440	< 0,2	2,481	< 0,05

mehr von den Exkrementtabletten. Die bei den Männchen aller drei Arten signifikante Unterschiede zwischen dem Konsum der Laubstreu bzw. den Tabletten bestehen. Von den Weibchen wiesen C. *luridus* und M. *projectum* (im Herbst) weniger signifikante Unterschiede im Konsum auf. Die bedeutendere Preferenz der Laubstreu bei C. *luridus* ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß sie die Exkremente gleichartiger Tiere erhielten und diese ungern konsumierten (POBOZSNY, im Druck).

Zusammenfassung

Wie aus den Versuchen ersichtlich, bestehen zwischen der Konsummenge und der Preferenz des Fraßangebotes bei Männchen und Weibchen von Diplopoden manchmal bedeutende Unterschiede. Die Gründe dieser Unterschiede können – da sie nicht bei allen untersuchten Arten (und nicht zu jeder Jahreszeit) auftraten – nicht in erster Linie in den Größen und Gewichtsunterschieden der verschiedenen Geschlechter liegen, sondern sind in der verschiedenen Ernährungsphysiologie zu suchen, die aber noch weitere langfristige Untersuchungen erfordern.

MÄNNCHEN

** *** ***

Konsum im Prozent des Gesamtkonsums

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

U.f. C.l. M.p. M.p.(F)

Fallaub Exkrement-Tabl.

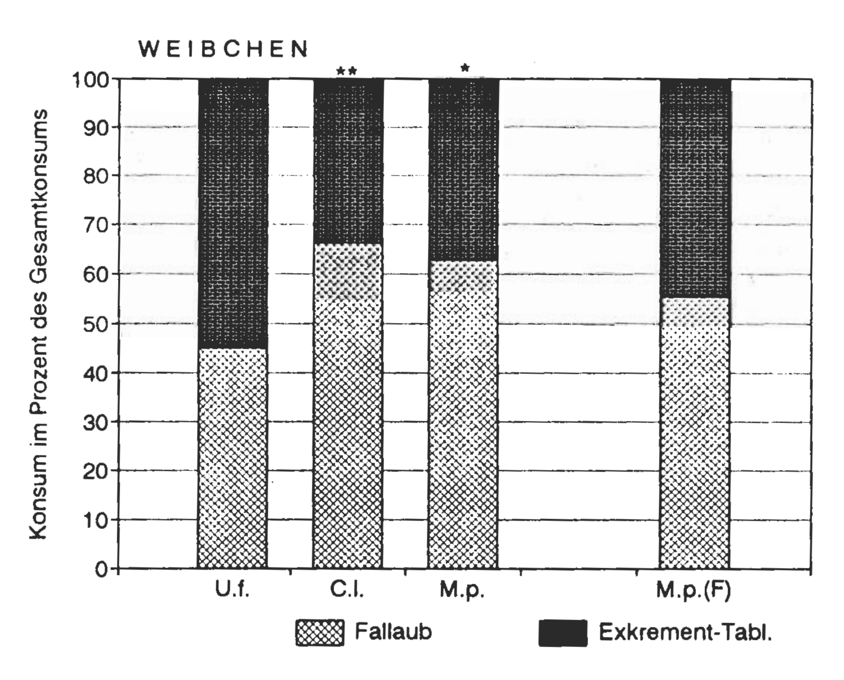


Abb. 1. Verhältnis des Laub- und Exkrementtabletten-Konsums bei verschiedenen Geschlechtern der in Versuchen gehaltenen Diplopoden-Arten. (U. f. = *U. foetidus*, C. l. = *C. luridus*, M. p. = *M. projectum*, F: im Frühling)

SCHRIFTTUM

1. BLOWER, J. G. (1974): Food consumption and growth in a laboratory population of *Ophyiulus pilosus* (Newport). – Symp. Zool. Soc. London, 32: 527-551.

2. BYZOVA, J. B. (1967): Respiratory metabolism in some millipedes (Diplopoda). – Rev. Ecol. Biol. Sol, 4: 611-624.

3. DANGERFIELD, J. M. (1993): Ingestion of mineral soil/litter mixtures and faecal pellet production in the southern African millipede *Alloporus uncinatus* (Attems). – Pedobiologia, 37: 159-166.

4. DANGERFIELD, J. M., MILNER, A. & MATTHEWS, R. (1993): Seasonal activity patterns and behaviour of juliform millipedes in south-eastern Botswana. – J. Trop. Ecol., 230: 503-511.

5. DRIFT, J. VAN DER, (1951): Analysis of the animal community in a beach forest floor. – Tijdschr. Entomol., 94: 1-168.

6. GERE, G. (1956): The examination of the feeding biology and the humificative function of Diplopoda and Isopoda. – Acta Biol. Hung., 6: 257-271.

7. PENTEADO, C. H. S. (1987): Respiratory responses of the tropical millipede *Plusioporus setiger* (Broelemann, 1902) (Spirostreptida: Spirostreptidae) to normoxic and hypoxic conditions. – Comp. Biochem. Physiol., 86 A: 163-168.

8. PENTEADO, C. H. S., HEBLING-BERALDO, M. J. A. & MENDES, E. G. (1991): Oxygen consumption related to size and sex in the tropical millipede *Pseudonannolene tricolor* (Diplopoda, Spirostreptida). – Comp. Biochem. Physiol., 98 A: 265-269.

9. POBOZSNY, M. (1996): Coprophagy in different diplopod species. – Im Druck.

10. SZLÁVECZ, K. & POBOZSNY, M. (1995): Coprophagy in isopods and diplopods: a case for indirect interaction. – Acta Zool. Fennica, 196: 124-128.

11. ZICSI, A. & POBOZSNY, M. (1977): Einfluß der Zersetzungsverlaufes der Laubstreu auf die Konsumintensität einiger Lumbriciden-Arten. – Soil Organisms as Components of Ecosystems, Ecol. Bull. Sockholm, 25: 229-239.